

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-262742

(43)Date of publication of application : 19.09.2003

(51)Int.Cl.

G02B 6/00

G02B 6/24

(21)Application number : 2002-063172

(71)Applicant : OCC CORP

(22)Date of filing : 08.03.2002

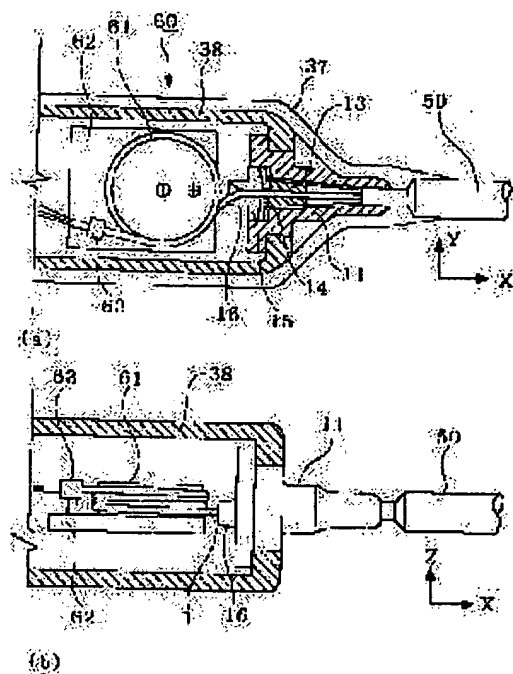
(72)Inventor : YAMAMOTO KAZUTO  
SUGATA MAKOTO  
AKINO TORRES JOAN CARLOS  
MATSUEDA YOSHIHIRO

## (54) OPTICAL FIBER ANCHORING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To effectively anchor the loose tube of the loose tube type unit of an optical cable and an optical fiber.

**SOLUTION:** Inside the pressure-resistant layer 38 of the cable coupling of the optical cable, a cylindrical anchoring disk 61 and a terminal fixing tool 63 are fixed to a base plate 62 to constitute an optical fiber anchoring apparatus 60. The base plate 62 is fixed indirectly to the pressure-resistant layer 38. A submarine optical cable 50 is inserted from a right side, the loose tube type unit 1 at a center part is guided by the center hole of a winding guide 16, wound on the outer peripheral part of the disk 61 a plurality of number of times, and thereafter inserted and held in a radial direction by the terminal fixing tool 63 to anchor the optical fiber inserted to the inside via a loose tube 1d. The anchoring force in the axial direction of the terminal fixing tool is increased by the disk 61 and opposes tension applied to the loose tube type unit from the cable 50.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 6/00	3 3 6	G 0 2 B 6/00	2 H 0 3 6
6/24		6/24	2 H 0 3 8

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-63172(P2002-63172)

(22) 出願日 平成14年3月8日 (2002.3.8)

(71) 出願人 000231811

株式会社オーシーシー

神奈川県横浜市西区みなとみらい2丁目3番5号

(72) 発明者 山本 和人

東京都港区芝浦1丁目2番1号 株式会社  
オーシーシー内

(72) 発明者 菅田 諒

東京都港区芝浦1丁目2番1号 株式会社  
オーシーシー内

(74) 代理人 100086841

弁理士 脇 篤夫 (外1名)

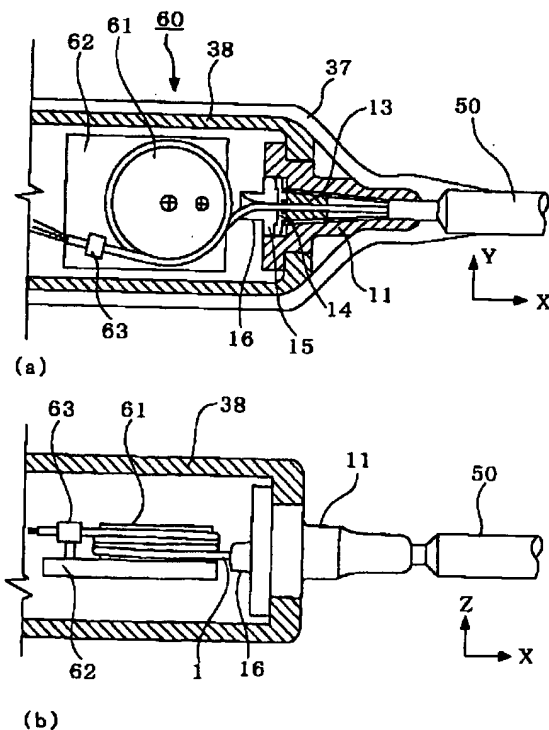
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 光ファイバ引留め装置

## (57) 【要約】

【課題】 光ケーブルのルースチューブ型ユニットのルースチューブ、及び、光ファイバを効果的に引留める。

【解決手段】 光ケーブルのケーブルカップリングの耐圧層38の内部に、円柱状の引留めディスク61と端末固定具63がベース板62に固定され、光ファイバ引留め装置60を構成している。ベース板62は耐圧層38に間接的に固定される。右側から海底光ケーブル50が挿入され、中心部にあるルースチューブ型ユニット1が巻き付けガイド16の中心孔で案内されて、引留めディスク61の外周部に複数回捲回された後、端末固定具63によりラジアル方向に挾持され、ルースチューブ1dを介して内部に挿通された光ファイバを引留める。引留めディスク61で端末固定具の軸方向の引留め力は増大され、ケーブル50からルースチューブ型ユニットに印加される張力に対抗する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ルースチューブ型ユニットを光ファイバユニットとする光ケーブルの端末接続装置の内部に設置され、ルースチューブ及び、光ファイバユニット内の光ファイバを引留める光ファイバ引留め装置であって、上記端末接続装置の内部に固着されたベース板と、上記ベース板に固着された円柱形状の引留めディスクと、

上記引留めディスク、または、前記ベース板の所定位置に取り付けられた端末固定具を備え、

前記光ケーブルに挿通された前記光ファイバユニットのルースチューブを前記引留めディスクの円柱部外周面に複数回捲回し、前記端末固定具により前記ルースチューブの端末部を挟持して引留めることを特徴とする光ファイバ引留め装置。

【請求項2】 前記ベース板は、前記端末接続装置の固定部分と兼用されたことを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項3】 前記引留めディスクの円柱部の外径が30乃至100mmの範囲であることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項4】 前記引留めディスクの円柱部に巻き付ける前記ルースチューブの巻き付け回数が4〜7回であることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項5】 前記引留めディスクの円柱部表面を粗面としたことを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項6】 前記引留めディスクの円柱部表面に研磨紙を貼付したことを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項7】 中心孔の断面が所定の曲率半径の円弧状をなし、穴径が次第に拡大された巻き付けガイドが、前記引留めディスクより所定距離隔てた、前記端末接続装置の前記固定部分に設置され、光ケーブルから引き出された光ファイバユニットを前記中心孔に挿通して、前記引留めディスクに案内することを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項8】 前記端末固定具は前記ルースチューブが引留めディスクより離れようとする反発力を抑制し、前記ルースチューブと引留めディスクの間に必要な巻き付け長を確保し、引留めることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項9】 前記ルースチューブの外径に相当する凹曲面の一部を形成した端末固定具の前記凹曲面と前記引留めディスクの円柱部で前記ルースチューブを挟持することを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項10】 端末固定具である弾性体の鼓状の押さえ駒の外周部と前記引留めディスクの円柱部で前記ルー

スチューブを挟持して、前記ルースチューブを引留めることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項11】 首下部に前記ルースチューブの外半径に相当する凹曲面を形成したビスを端末固定具とし、前記凹曲面と前記引留めディスクの円柱部で前記ルースチューブを挟持して引留めることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項12】 前記ルースチューブに初期張力を与える方向に前記端末固定具を付勢したことを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項13】 ルースチューブ型ユニットを光ファイバユニットとする光ケーブルの端末接続装置の内部に設置される、ルースチューブ及び、光ファイバユニット内の光ファイバの引留め装置であって、光ファイバユニットのルースチューブの外周部を接着して引留めるルースチューブ接着具と、光ファイバを接着剤の塗布により接着して引留める細溝を有する光ファイバ接着具と、前記端末接続装置の内部に固着され、前記ルースチューブ接着具と前記光ファイバ接着具とを同一の直線上に配置して固着したベース板と、を備えたことを特徴とする光ファイバ引留め装置。

【請求項14】 前記ベース板は光ケーブルの上記端末接続装置の固定部と兼用とされたことを特徴とする請求項13に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項15】 前記細溝は複数本の光ファイバを整列して収容できる溝幅と溝深さを有することを特徴とする請求項13に記載の光ファイバ引留め装置。

【請求項16】 前記細溝の末端に円弧状の面取り部を付けたことを特徴とする請求項13に記載の光ファイバ引留め装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はファイバユニットとしてルースチューブ型ユニットを使用した光ファイバケーブルの光ファイバ及びユニットの引留め装置に関し、特に外部より大きな張力の印加される海底ケーブルに使用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】海底光ケーブルの中心部に内装される光ファイバユニットとして、従来から使用されてきたタイト型の光ファイバユニットに代わって、通信回線の増加要求に応えるためにより多くの光ファイバ心線を挿通させる目的で開発されたルースチューブ型ユニットが使用される趨勢にある。

【0003】図8を参照してタイト型ユニットとルースチューブ型ユニットの違いを説明する。図8(a)に模式的な断面を示すように、タイト型の光ファイバユニット80は光ファイバユニットの中心部に銅線等の中心抗張力体80bが設けられ、その周辺部に数本の光ファイ

10

20

30

40

50

バ心線1aをウレタンアクリレート系の樹脂80cを介して充填して保持し、外周をある程度硬いウレタンアクリレート系の樹脂等の被覆層としたものである。

【0004】同図(b)に示す、ルースチューブ型ユニット1は、複数本の光ファイバ心線1aをゼリー状の充填材1cを介して、ポリブチレンテレフタレート(PBT)や、ポリプロピレン(PP)等のプラスチックで成形したルースチューブ1d内に挿通したものである。なお、同図(c)の拡大図Eに示すように、光ファイバ心線1aは予め数本の光ファイバ心線をテープ状に拘束

している光ファイバテープ心線1eの形で供給することもできる。  
【0005】次に、ルースチューブ型ユニットを使用した海底光ケーブルの構造例を図9の斜視図、図10のケーブルの軸心に直角に切断した断面図により説明する。これらの図において1はルースチューブ型光ファイバユニットであり、2はこのルースチューブ型ユニット1を水圧から保護するための耐圧層で、断面が扇形の鉄等の金属製の分割個片2aを3個縦沿えして組み合わせて使用している。ルースチューブ1dと耐圧層2の内側面の間に粘着性や接着性を持ったコンパウンド7を充填し

て、このコンパウンド7を介して、ルースチューブ1dを拘束するようにしている。耐圧層2の外周に、ケーブルに加わる引張力に十分対応できるように、複数本の鋼線3aを撚り合わせて構成した抗張力体層3があり、本例では1層とされている。耐圧層2の外周面、金属チューブ層4の内周面及び抗張力線3aの外周面で区画された空間にコンパウンド8が長手方向に間欠的に充填されている。  
【0006】図9では1層とされている抗張力層3は、

ケーブルに加わる引張力に十分対応できるように、主として鋼線を撚り合わせて構成されている。この抗張力体層3は1層または複数層構造とされ、ケーブルの布設時の負荷に十分耐える抗張力を付加し、かつ、障害に対してケーブルを保護する。4は前記抗張力体層3の結束と気密を保ち、中継器への給電路となる金属チューブ層で、通常、銅またはアルミ等からなる金属テープを縦添え溶接して縮径し、チューブ状に形成したものである。また、5及び6は海水との絶縁、及び、機械的保護を目的とするポリエチレン等で形成する絶縁層(シース)である。  
【0007】抗張力体層には上記と異なった構成のケーブルも使用される。図11(斜視図)、図12(断面図)で示す例は耐圧層の構成が変化している。即ち、耐圧層が内層の抗張力線3aと外層の抗張力線3bからなる2層に撚り合わされている抗張力線の競り合いによってルースチューブ型ユニット1の外周に耐圧殻が実現するように構築されている。ルースチューブ型ユニット1の外周面と抗張力線3aがルースチューブ型ユニット1と対向する側の曲面との間に粘着性や接着性を持ったコ

ンパウンド7を充填して、このコンパウンド7を介して、耐圧殻(実質的には抗張力線3aの内面を直径とする殻)がルースチューブ1dを拘束する。金属チューブ層4、その外部の絶縁層5、6は図9、10と同様の構成とされている。

【0008】このような海底光ケーブルは、通常大陸と大陸間、または大陸と島の上に布設されるため、伝送された信号を中継する中継器を介して長尺のケーブルが海底に布設されるので、複数個所で長尺のケーブル同士の接続を行う必要があるが、この種の海底光ケーブルは、深海での布設・回収に充分耐えるように、上記の耐圧層2や抗張力体層3を構成する抗張力線3a、3b等のいわゆる抗張力体を強固に固定して、ケーブルを光学的、電氣的、かつ機械的に接続する必要がある。

【0009】上述のケーブル引留め装置は、海底光ケーブルの端末接続装置に取り付けられる。端末接続装置は、例えば、ケーブルカップリング(CPL)、ジョイントボックス(JB)、エンドボックス(EB)等の総称である。図13を参照して端末接続装置の1種であるジョイントボックスを説明する。図13(a)は全体の外観を投影図として、同図(b)は、破線円A内を断面図として示している。ジョイントボックス内は機械特性、ハンドリング等を考慮した小型とする必要があるのでケーブル抗張力体の引留め装置も小型であることが要求される。例えばアンカーディスクのテーバー穴にテーバーピンを圧入してそのあいだに抗張力体(2a、3a、3b)を挟持して引留める構造等が知られている(図2、14参照)。

【0010】タイト型では、光ファイバユニット中心部の中心抗張力体80bを端末接続装置に強固に引留める(固定することにより、光ファイバユニットがケーブル端末でユニットがケーブル内部に引き込まれないようにしている。図14(a)はカップリングの側面を断面図として示したもので、ほぼ中央部分に配置されたテーバピン13の外周表面とアンカーディスク11の内周表面の間に、抗張力線3と分割個片3aが挟着され、引留められている。

【0011】光ファイバ芯線1aはテーバピン13、フランジ14、及びクランプナット15の中心の孔を挿通して接続チャンバ70内に引き込まれている。また、図8(a)に示すユニット中心の抗張力体80bは引留め金具60Aにより固定される。なお、接続チャンバ70内では、光ファイバ芯線1aと中継器側から導入されているテールケーブル90の中の光ファイバ1a'がそれぞれ接続される。

【0012】光ケーブルの端末ではこのように各抗張力体や光ファイバユニット等がそれぞれの破壊強度に近い引留め力に耐えられるような引留め方法で引留められる。光ケーブルでは各層の間のコンパウンド類が内外の光ファイバの構成部材同士をある程度拘束し、長手方向

の移動を防止している。図14(b)は、光ケーブルの端末から充分離れていると見なせる中央寄りの微小部分 $\Delta L$ に光ケーブルの軸線方向に働く張力を模式的に示している。この微小部分 $\Delta L$ には、図で左方に向いた張力 $T_L$ と右方に向いた張力 $T_R$ が印加されている。光ケーブルが静止している状態では、この微小部分に印加される張力 $T_L$ と張力 $T_R$ は釣り合っており、両張力の絶対値は等しい。即ち、この微小部分 $\Delta L$ を構成する各部材に同一の張力が印加された状態で、部材間の多少の張力のアンバランスはコンパウンド等の拘束力で各部材相互の軸線方向の移動は起こらない。

【0013】光ケーブルをA点で切断したとすると、図14(c)に示すように、右方に向いた張力 $T_R$ は0となるので微小部分 $\Delta L$ には張力 $T_L$ のみが掛かることになり、左方に移動せざるを得ない。図14(c)では、この切断により微小部分 $\Delta L$ はケーブルの端末近くにあり、従って、端末では微小部分 $\Delta L$ を静止させるには張力 $T_R$ と等しい力を印加して引留める必要があり、この力は微小部分 $\Delta L$ を構成する各部材に均一に掛けねばならない。このように、光ケーブル端末に印加される引留め力が光ケーブルを構成する部材相互で均一でないと、上記のコンパウンド等では拘束不能となり、ルースチューブや光ファイバ素線の移動(引き込み等)が生ずる可能性が大きい。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】特に海底ケーブルとして使用される場合、布設・修理・回収等の場合にケーブルの両端に外部から大きな張力が印加される。ケーブルの端末から充分内部に入った部分では、両側からの張力は打ち消され、上記のように、ルースチューブとケーブルの耐圧層を密着させたり、チューブと耐圧層の間にコンパウンドを充填させる等で、耐圧層がルースチューブを拘束すれば、全体としてルースチューブはケーブル内で比較的安定を保つことができる。

【0015】しかし、ケーブルの端末部分では1方向の張力のみ存在して他方は0に近い状態となるので、1方向の大きな張力がルースチューブや光ファイバにも印加される。特に、端末に印加される引留め力が光ケーブルを構成する部材相互で均一でないと、上記のコンパウンド等では拘束不能となり、ルースチューブや光ファイバ素線の移動(引き込み等)が生ずる。即ち、ケーブルを構成する全部材に効果的な引留め策を講じないと、ルースチューブや光ファイバがケーブル内に引き込まれることになる。前述のように、タイト型では光ファイバユニット中心部の中心抗張力体を端末接続装置に強固に引留めることができるが、中心抗張力体を持たないルースチューブ型ユニットでは別の引留め方法が求められる。これが海底ケーブルと地上に布設されるケーブルとの大きな違いであり、一般のケーブルでは端末でこのような張力に対抗する引留め策が施されることは無かった。この海

底ケーブルに特有なケーブル端末におけるルースチューブや光ファイバの効果的な引留め策を講じることが大きな問題となっている。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は上記のような問題点を解決するために、ルースチューブ型ユニットを光ファイバユニットとする光ケーブルの端末接続装置の内部に設置され、ルースチューブ及び、光ファイバユニット内の光ファイバを引留める光ファイバ引留め装置であって、前記端末接続装置の内部に固着されたベース板と、前記ベース板に固着された円柱形状の引留めディスクと、前記引留めディスク、または、前記ベース板の所定位置に取り付けられた端末固定具を備え、前記光ケーブルに挿通された前記光ファイバユニットのルースチューブを前記引留めディスクの円柱部外周面に複数回捲回し、前記端末固定具により前記ルースチューブの端末部を挟持して引留める光ファイバ引留め装置を提供する。

【0017】上記の光ファイバ引留め装置の前記ベース板は、前記端末接続装置の固定部分と兼用されている。また、前記引留めディスクの円柱部の外径が30乃至100mmの範囲とされている。また、前記引留めディスクの円柱部に巻き付ける前記ルースチューブの巻き付け回数が4〜7回である。また、前記引留めディスクの円柱部表面は粗面とされている。また、前記引留めディスクの円柱部表面に研磨紙を貼付している。

【0018】更に、この光ファイバ引留め装置は、中心孔の断面が所定の曲率半径の円弧状をなし、穴径が次第に拡大された巻き付けガイドが、前記引留めディスクより所定距離隔てた、前記端末接続装置の前記固定部分に設置され、光ケーブルから引き出された光ファイバユニットを前記中心孔に挿通して、前記引留めディスクに案内するように構成されている。

【0019】更に、この光ファイバ引留め装置に使用される前記端末固定具は、前記ルースチューブが引留めディスクより離れようとする反発力を抑制し、前記ルースチューブと引留めディスクの間に必要な巻き付け長を確保し、引留めるようにされている。また、前記ルースチューブの外径に相当する凹曲面の一部を形成した端末固定具の前記凹曲面と前記引留めディスクの円柱部で前記ルースチューブを挟持するようにされている。また、末端固定具の押さえ駒の外周部と前記引留めディスクの円柱部で前記ルースチューブを挟持して、前記ルースチューブを引留めるようにされている。また、首下部に前記ルースチューブの外半径に相当する凹曲面を形成したビスを端末固定具とし、前記凹曲面と前記引留めディスクの円柱部で前記ルースチューブを挟持して引留めるようにも構成されている。そして、前記ルースチューブに初期張力を与える方向に前記端末固定具を付勢してもいい。

【0020】また、本発明はルースチューブ及び、光フ



ファイバを接着剤で保持する光ファイバ引留め装置として、ルースチューブ型ユニットを光ファイバユニットとする光ケーブルの端末接続装置の内部に設置される、ルースチューブ及び、光ファイバユニット内の光ファイバの引留め装置であって、光ファイバユニットのルースチューブの外周を接着して引留めるルースチューブ接着具と、光ファイバを接着剤の塗布により接着して引留める細溝を有する光ファイバ接着具と、前記端末接続装置の内部に固着され、上記ルースチューブ接着具と上記光ファイバ接着具とを同一の直線上に配置して固着したベース板と、を備えた第2の光ファイバ引留め装置を提供する。

【0021】また、第2の光ファイバ引留め装置の前記ベース板は光ケーブルの上記端末接続装置の固定部と兼用とされても良い。また、前記細溝は複数本の光ファイバを整列して収容できる溝幅と溝深さを有する。また、前記細溝の末端に円弧状の面取り部が付けられている。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の光ファイバユニット引留め装置の実施の形態を図1、図2を参照して説明する。端末接続装置のケーブルカップリング(CPL)に適用した例を図示し、ケーブルカップリング(CPL)の耐圧層38の内部に設置されている。図1は耐圧層38の一部を破断した斜視図であり、耐圧層の外部にある絶縁層37は図示されていない。また、図2(a)は投影された正面図、(b)は側面図を示し、破断、省略された断面図としてある。説明は海底光ケーブルとして行うが、本光ファイバユニット引留め装置は海底ケーブルに限定されず、広く一般の光ケーブルに適用できる。

【0023】まず、ルースチューブ型ユニットを使用した、海底光ケーブルの抗張力体の引留め方法の1例を説明する。海底光ケーブル50(図7~10に説明したもので、符号も同図に従う)は図の右端からケーブルカップリング(CPL)内に引き込まれる。絶縁層5、6が取り除かれ、次に金属チューブ層4が取り去られ、抗張力体(2a、3a、3b)がアンカーディスク11の内部のテーバー面に広げて載置される。ここで、アンカーディスク11は耐圧層38の右端の鏡板部に固定されている。アンカーディスク11内部のテーバー面には抗張力体を介してテーバーピン13が圧入され、抗張力体はアンカーディスク11に固定される。

【0024】次いで、クランプナット15がアンカーディスク11に螺合させる等の方法(図示せず)でアンカーディスク11と結合され、テーバーピン13はフランジ14を介して保持される。海底光ケーブルの抗張力体は、このようにして強固に引留められ、海底光ケーブルの張力はアンカーディスク11を介して耐圧層38に伝達され、ケーブルカップリング(CPL)の左端に接続された海底光ケーブル(図示せず)に伝えられる。

【0025】ルースチューブ型ユニット1はテーバーピ

ン13、フランジ14、クランプナット15の中心に開けられた孔に挿通され、耐圧層38の内部に導かれる。クランプナット15には中心孔の断面が適当な曲率半径の円弧状をなし、穴径が次第に拡大された、巻き付けガイド16が形成されており、ルースチューブ型ユニット1は巻き付けガイド16の断面形状に沿って無理なく案内される。巻き付けガイド16の中心孔の断面の曲率半径はルースチューブ型ユニット1内の光ファイバ1aの伝送特性に影響しないように、ある値より大きくされている。

【0026】本発明の光ファイバユニット引留め装置は、引留めディスク61と端末固定具63がベース板62の所定の位置に固定された構成とされている。ベース板62は、例えば(図示しない)ビスでケーブルカップリング(CPL)の耐圧層38に固定された構成部品に固定され、間接的に耐圧層38に固定されている。例えば(耐圧層38に固定されている)アンカーディスク11に固定されてもよい。なお、ベース板62はその性質上、例示したように独立した部材である必要はなく、端末接続装置の耐圧層やそれに固定された構成部品がベース板と兼用されてもよい。

【0027】引留めディスク61は扁平な円柱形状をなし、円柱の外径は、巻き付けられるルースチューブ型ユニット1内の光ファイバ1aの伝送特性に影響せず、且つ端末接続装置に収容可能な範囲に制限され、例えば、φ30~φ100の範囲とされる。引留めディスク61を構成する材質は金属、プラスチック等の各種素材が採用可能である。上記のように、引留めディスク61はベース板62に端面を接した形で固定される。固定方法はどのような方法でもよいが、例えば複数のビスで固定してもよい(図5(a1)に図示)。

【0028】ルースチューブ型ユニット1は巻き付けガイド16に案内された後、引留めディスク61の外周の円柱部分に巻き付けられる。巻き付け回数は通常4~7回とされているが、状況により増減される。引留めディスク61に巻き付けられた後、ルースチューブ型ユニット1の端末部は端末固定具63により固定される。端末固定具63の具体的な構造は後述するが、端末固定具63によりルースチューブ型ユニット1のラジアル方向に力を加えて拘束し、内部の光ファイバ1aを間接的に引留めるのが端末固定具63の主用途である。なお、端末固定具63はベース板62に固定するのみでなく、揺動可能に支持される場合もある。

【0029】ルースチューブ型ユニット1は右端のケーブル側で海底光ケーブルの抗張力体その他に掛かる張力により右方向に張力を受け、その張力と端末固定具63の拘束力で釣り合っている。ところが、ルースチューブ型ユニット1は途中に引留めディスク61に複数回捲回されて、ルースチューブ1dと引留めディスク61との間に働く摩擦力を引留めディスク61から受けている。

引留めディスク61がルースチューブ1dに及ぼす摩擦力は一種の倍力装置として働くので次にこの点を説明する。

【0030】ここで、機械工学で従来から知られたプーリと平ベルトを用いた伝動装置と比較して、本引留め装置の作動原理を図3を参照して簡単に説明する。図3

(a)はベルト伝動装置の駆動側プーリ付近を略図で示し、同図(b~e)は本発明の引留めディスク付近を模式的に示した投影図及び部分図である。

【0031】図3(a)に於いて、Pは駆動側プーリで軸Sを中心にして、矢印 $\omega$ 方向に廻転している。Bは平ベルトで、a点でプーリPの外周と接触する。平ベルトBに印加される(引張側の)張力は $t_1$ であり、平ベルトBとプーリPとの摩擦力により(プーリPの廻転に従って)平ベルトBが移動し、b点でプーリPから離脱する。b点では平ベルトBには(ゆるみ側の)張力 $t_2$ が印加されている( $t_1 > t_2$ )。プーリPとベルトBの接触している、a b間の角(巻掛け角)を $\alpha$ (ラジアン)とする。

【0032】いま、プーリPと接触しているベルトBの微小長さ $ds$ (角度では $d\alpha$ )を取り、ゆるみ側の張力を $t$ 、引張側の張力を $t + dt$ とし、この微小部分がプーリPより受けるラジアル方向の力を $Q \cdot ds$ 、接線方向の摩擦力を $\mu \cdot Q \cdot ds$ として(ベルトBとプーリPとの摩擦係数を $\mu$ )、力の平衡条件より解を求めると、 $t_1 = t_2 \cdot \exp(\mu \alpha)$ となることが知られている。即ち、(引張側の)張力 $t_1$ は(ゆるみ側の)張力 $t_2$ と〔自然対数の底である $e$ の( $\mu \alpha$ )乗〕を掛け合わせたものとなる。逆に言えば張力 $t_2$ は〔 $e$ の( $\mu \alpha$ )乗倍の〕力 $t_1$ と釣り合うことができる。

【0033】本発明の引留め装置の平面図を図3(b)に、側面図を(c)に示す。左方にルースチューブ型ユニット1の末端が端末固定具63で固定され、引留めディスク61にルースチューブ型ユニットが数回捲回されて右方が端末接続装置の外方に延びるケーブル50側となる。図3(e)の端末固定具付近の拡大図を参照して、端末固定具がFの力でルースチューブの外径部を拘束しているとき、光ファイバ1aも端末固定具によって拘束される。

【0034】先に説明したように、ルースチューブ型ユニット1は、図3では代表として1本の光ファイバを描いているが、複数本の光ファイバ1aをルースチューブ1d内に挿通し、ゼリー状の充填材1cをチューブ内に充たして光ファイバを支持している。端末固定具がルースチューブ型ユニットのルースチューブに及ぼす力Fは、液体の圧力伝搬と同様に、ルースチューブ1dと充填材1cを介して光ファイバ1aに達し、光ファイバを軸方向に引留める力となる。即ち、引留め力の大きさは違っても、ルースチューブ1dと光ファイバ1aは共に端末固定具により、引留められる。

【0035】引留めディスクの作用を説明する。図3(a)と図(b)を比較して、廻転するプーリPと、廻転しない引留めディスクを対比する。拡大図である同図(d)のX点の関係としてとらえると、ルースチューブがベルトBに相当する。同様にルースチューブ型ユニットの内部Y点では、充填材1cがプーリに相当し、光ファイバ1aが平ベルトに相当する。

【0036】充填材1cと光ファイバ1a間の摩擦係数を $\mu$ 、巻き回数 $n$ (巻掛け角 $2\pi n$ )、端末固定具の引留め力を $T_2$ とすると、ケーブル側の張力は、 $T_1 = T_2 \cdot \exp(2\pi\mu n)$ となる。引留めディスクは端末固定具の引留め力 $T_2$ の指数関数的な拡大装置として使用されている。なお、実際には充填材1cと光ファイバ1a間の摩擦係数のみでなく、ルースチューブ1dの内面と充填材1c間の摩擦係数、充填材1cの内部での滑り等が影響しているが、上記の $\mu$ はそれらを合算したものとみなしてよい。

【0037】光ファイバ1aに印加される張力は測定しにくいので、ルースチューブ1dに印加した張力と光ファイバの挙動から光ファイバの引留め力を推定する。ケーブル50側のルースチューブ型ユニット1に張力を与え、端末固定具63で固定された末端の光ファイバ1aの引き込みの有無を観測する。これは、端末固定具63の先の露出された光ファイバ1aのルースチューブ1dに対する変位の有無を測定すればよく、引き込み開始時(上記変位が開始されたとき)のルースチューブ型ユニット1dに印加された張力を光ファイバの引留め力とする。

【0038】図1、2に示した本発明の引留め装置60による、光ファイバ1aの引留め性能をグラフ化して図4に示す。ルースチューブ型ユニット1のケーブル側に負荷を掛けて引張り、引留めディスクに巻き付けたユニットの巻き回数毎に、光ファイバ1aが引き込み始める荷重をプロットしてある。縦軸の目盛りは、ルースチューブ型ユニットの破断張力を100とした百分率で表示されている。

【0039】グラフの増加の傾向から、4回までの巻き回数( $n$ )と引留め力の関係は指数関数であることを明示し、 $T_1 = T_2 \cdot \exp(2\pi\mu n)$ の関係が光ファイバ1aと充填材1cの間に成立していることを示している。引き込み開始の張力の使用限度をチューブの破断張力の50%とすれば、巻き回数 $n = 3$ で使用可能となるが、安全率を見て破断張力の95%以上を示す4回~7回を実用範囲とするのが妥当である。なお、巻き回数5は引留め力がルースチューブの破断張力を大きく上回っていることを示す。巻き回数5では、計算上は $\exp(2\pi\mu n)$ は450以上の数値となる。

【0040】以上の説明のように、本発明の引留め装置は引留めディスクを指数関数的な倍力装置とすることにより、少ない巻き回数で非常に大きな倍率を得られるの

で、同一引留めディスクでも巻き回数の増減により、各種のルースチューブ型ユニットに対応させることもできる。更に、端末固定具はルースチューブ型ユニット内部の光ファイバを効果的に引留める力を及ぼすと言う目的を充たせば、端末固定具の実際の形状は各種の形式が採用可能である。

【0041】図5を参照して、端末固定具の数種の実施例を説明する。図5は、いずれも投影図であり、図面番号末尾の数字で投影方向を示す。即ち、1は端末固定具で固定しているルースチューブの軸心に直角な断面であり、(a1)～(c1)では引留めディスクの軸心を含んでいる。(a2)は図2(b)と同一方向に投影し、(d3)～(f3)は図2(a)と同様な平面図を示している。なお、図5に示された端末固定具は、いずれも、機械構成が簡単、且つ、安価に製造可能な代表的な形式のみが記載されており、端末固定具の形式は図5に示したものに限定されるものではない。

【0042】既に説明したように、引留めディスク61はビス穴61bに取付ビス61aを挿通し、ベース板62に形成されたネジ穴62bにねじ込み、ベース板62と固定されている。従って端末固定具は引留めディスク61またはベース板62に固着される構造であればよい。図5(a1)、(a2)で示す第1の例は、例えば、弾力性に富む金属板等で形成するのが適しており、ほぼ長方形とされた薄板の一端をルースチューブの外径に合わせて円弧状に曲げて、端末固定具A(63a)を形成したもので、他端には取り付け用のビス孔を有している。このビス孔を挿通して、引留めディスク61の円柱面に形成されたネジ穴61cにビス64cをねじ込み、引留めディスク61の外径部と端末固定具A(63a)の円弧状部分でルースチューブを挟持して固定する。

【0043】同図(b1)の第2の例は、適度の弾性を持つ鼓型の押さえ駒63eを端末固定具とし、パイプ64dをスペーサとして、ビス64cをベース板62に形成されたネジ穴62cにねじ込んで固定している。前例と同様、押さえ駒63eと引留めディスク61でルースチューブ1dを挟持する。押さえ駒63eはゴム、プラスチック等の採用が可能である。

【0044】(c1)で示す第3の例は、首下にルースチューブ1dの外径にほぼ等しい円弧を付した、押さえネジ63fをネジ穴62cにねじ込んで、捲回されたルースチューブの端末を引留めディスク円柱面で挟持する。他の捲回されたルースチューブも同時に1ヶ所ですべて押さえる固定具の例である。これら3形式は引留めディスク61の円筒部表面近くでルースチューブ1dの端末を固定でき、スペース的に有利である。

【0045】(d1)(d3)で示す端末固定具B(63b)は薄板を曲げ円筒状とし、両端の耳部に穴を開け、ルースチューブ1dを円筒部で挟持して、ベース板

62に植立した柱62aの先端部にビス64cで固定する。ビス64cは柱62aへの取り付け、ルースチューブ1dの締め付けの両用の働きをする。締め付け時にルースチューブ1dの方向を引留めディスク61の接線方向に向くように調整が可能である。なお、図示のように、ルースチューブ1dにパッキン材64eを巻いた後、端末固定具B(63b)の円筒部内面で挟持してルースチューブ1dを保護してもよい。

【0046】(e1)、(e3)で示す例は、主にプラスチック等で形成するのに適した厚板構造の端末固定具C(63c)であり、例えばビス64aとナット64bでルースチューブ1dを拘束する。図のように、ベース板に植設した柱62aに対するビス64cの締め付けを緩くして自動調心効果を狙うこともできる。

【0047】更に、同図(f)に示すように、端末固定具C(63c)の全長を延長してレバー部63gを設けた端末固定具D(63d)を使用することもできる。ビス64cはレバー部63gの先端の孔を挿通して、図(e1)と同様にベース板62に植設した柱62aに螺入され、端末固定具C(63c)を廻転可能に支持する。引張バネ64fの1端64gをレバー部63gに固定し、他端64hをベース板62(図示せず)に固定し、引張バネ64fによって端末固定具D(63d)を矢印d方向に移動できるように付勢する。

【0048】この場合は引張バネ64fの付勢により、端末固定具Dで自動的にルースチューブ型ユニット1に初期荷重を掛けられるので、引留め力の安定性を増すことができる。なお、端末固定具C以外の端末固定具でもルースチューブ型ユニット1の固定時にルースチューブの端末を引っ張って、端末固定具の締め付けを行うことにより、ルースチューブ型ユニット1に初期荷重を掛けることができる。

【0049】上記の各種の端末固定具の内、特に図5(a1)、(a2)に示した、端末固定具A(63a)の場合は引留めディスク61に取り付け可能である。この場合ベース板62は単に引留めディスク61を端末接続装置本体の所定位置に固着する機能のみを持つことになる。また、他の端末固定具の場合も引留めディスク61から延長して形成したベース板相当の部材を利用することも可能である。更に、端末接続装置を構成する部材を適宜延長してベース板62の機能を兼用することも可能である。従って、本明細書でベース板62と称する場合は、以上の例のように一見ベース板の存在が不明の場合も含むものとする。先にも述べたように、ベース板62の機能は引留めディスク61と端末固定具63、および、巻き付けガイド16が所定の位置を占めるよう規制する働きをする。

【0050】上述のように、端末固定具の主要な目的としては、ルースチューブ1dを介して内部の光ファイバ1aを引留めることであるが、ルースチューブ1dにも

引留める力を及ぼすことになる。海底光ケーブルの構造に示すように（例えば図7、9等参照）、ルースチューブ型ユニット1は、コンパウンド7により外周部の分割個片2aや鋼線3a、3bで構成される抗張力体に固着され、引留められており、ケーブルに作用する外力に起因する張力をルースチューブ1dも受けることになる。

【0051】このルースチューブ1dに印加される張力も、本引留め装置60の引留めディスク61の倍力装置を介して、端末固定具63により引留められる。倍率はやはり  $\exp(2\pi\mu n)$  となり、nは既に光ファイバ1a引留めのため定まった値とされているので、ルースチューブ引留めの倍率は、引留めディスク61とルースチューブ1d間の摩擦係数を $\mu$ に代入することにより決定される。

【0052】もし、引留めディスク61がルースチューブ1dに及ぼす摩擦力が少なく、ルースチューブ型ユニット1dを引留めるために、端末固定具63に掛かる力が過大となる場合は、引留めディスク61とルースチューブ1d間の摩擦係数を大きくする必要を生じ、このためには引留めディスク61の表面を粗面にするか、適度（実験では#360前後）の粒度の研磨紙（又は研磨布）を引留めディスク61の円柱面に貼付する等してもよい。

【0053】以上説明した引留めディスクによるルースチューブの引留め装置は非常に効果的であり、光ケーブルに掛かる張力の大きい場合は必要な対策であるが、光ケーブルが近海または浅海に布設される場合等比較的張力の少ないときは、ルースチューブと光ファイバを接着によって引留める引留め装置も充分実用となる。

【0054】図6、7を参照して、接着工法を採用した本発明の第2の実施の形態である光ファイバユニット引留め装置70を説明する。図6は光ファイバユニット引留め装置70の投影図であって、図中の（a）は平面図、（b）は側面をBB線で断面として示した図であり、（c）はCC線による光ファイバ接着具73の、（d）はDD線によるルースチューブ接着具72の、それぞれ断面図を示している。また、図7（a）は引留め装置70を斜視図として示し、同図（b）は光ファイバ接着具73の斜視図の矢印A方向に見た光ファイバ接着具73の溝73bの両端の形状を平面図として、また、（c）は溝73bの中央に沿って平面図（b）のBB線で切断した断面形状として溝底部の形状を示す。

【0055】まず、ケーブルカップリング（CPL）等の端末接続装置の内部に固定されたベース板71を用意する。ベース板71は、例えば、長方形で薄板状をなした金属製とされる。ルースチューブ接着具72は金属等で作られ、上記のベース板71の所定位置に、例えば、2本のビス74、74でネジ止めする等で固着されている。ルースチューブ接着具72の上部にルースチューブユニット1の外径より幅・深さともやや大きい溝72a

が形成され、ルースチューブユニット1が溝72aに挿通し、溝に接着剤75を充填してルースチューブ1dの外径部を固着し、支持する。

【0056】光ファイバ接着具73は金属等で作られ、図示を省略しているが、ベース板71の所定位置に、例えば、ビスによるネジ止め等で固着されている。光ファイバ接着具73の上部に細溝73bが長手方向に形成され、細溝73bの幅は1本または複数本の光ファイバを並べられる幅とされ、その深さは光ファイバを複数本積み重ねて収容可能な深さとされている。この細溝73b内に光ファイバ1aを複数本整列させ、更にその上段に複数本の光ファイバ1aを整列し、順次全ての光ファイバを整列して積み重ねて細溝73bに挿通し、細溝73bに接着剤75を充填して光ファイバを固着し、支持する。なお、図6（c）に示すように、接着具73には段差部を形成するだけとし、やや厚さの薄い接着具73aを横に添えて、ビス74で締め付ける等の方法で、組み合わせで溝73bが形成されるようにしても良い。

【0057】ところで、ルースチューブ1dから取り出された複数本の光ファイバ1aは溝73bの幅を光ファイバ1aの外径よりやや大として、1本ずつ溝内に整列させるのが接着力（＝引留め力）を均一にするのに有効であるが、多数の光ファイバを1列に並べるとルースチューブ1dの末端から、放射状に、大きな角度をなして展開されるので、ルースチューブ1dの切り口と光ファイバ1aが触れて光ファイバ1aが損傷を受ける恐れがある。従って、溝73bの幅、深さとも1本または複数本の光ファイバ1aを収容可能な大きさとし、上記のように複数本ずつ整列し、更に数段積み重ねるようにして展開角度を小さくして、ルースチューブ1dの切り口と光ファイバ1aの接触を防止する。

【0058】同様に、ルースチューブ接着具72と光ファイバ接着具73をベース板71の所定位置に固着する際それぞれの溝の中心は、図7（a）に示す一本の直線Lに沿って、配置される。即ち、この直線Lはルースチューブの軸線を通り、更に、整列された光ファイバの中心がこの直線Lと一致する。即ち、ルースチューブ接着具72と光ファイバ接着具73の溝は同一の直線上に配置される。これも、光ファイバ1aがルースチューブ1dの端面や、溝73bの末端のエッジ部分に触れて損傷を受けないための対策である。また、挿通される光ファイバ1aを傷付けないよう、矢印Aより見た図7（b）のように、光ファイバ接着具73に形成された溝73bの末端はコーナーが円弧状に丸められ、円弧状の面取り部が設けられている。またBB断面を示す図7（c）のように、溝73bの底面も同様に丸められ、円弧状の面取り部が設けられている。

【0059】このように、ルースチューブ接着具72の溝72aと光ファイバ接着具73の溝73bが1本の直線Lに沿って、配置され、光ファイバ接着具73の溝7

3bが複数本の光ファイバを並べられる幅とされ、その深さは光ファイバを複数本積み重ねて収容可能な深さとされているため、ルースチューブから露出した光ファイバは、大きく外方へ広がることなく溝73aに接着剤で固着され、ルースチューブの切断面や、光ファイバ接着具73の溝73bの端面に接触して傷つけられる恐れがない。なお、ベース板71は新たに製作せず、端末接続装置本体を構成する部材にルースチューブ接着具72と光ファイバ接着具73が一直線となるように固着して、端末接続装置本体がベース板71を兼用する構造としてもよい。

【0060】1例として、ルースチューブ接着具72の溝長さは20mmとされ、光ファイバ接着具73の溝長さは100mmとされている。従って、ルースチューブはその外径を20mm接着され、光ファイバは100mmの長さで接着される。また、光ファイバ接着具73の溝幅は光ファイバ4～5本が互いに干渉せずに配置できる幅と4～5列を収容するのに十分な深さを持っている。このルースチューブ接着具72及び光ファイバ接着具73に実際にルースチューブと光ファイバを接着したものは長尺引張試験において良好な結果を得た。接着剤塗布後の硬化時間はやや長い、接着剤の硬化時間中は人間の監視は不要であり、日程に余裕があれば少ない工数で十分な信頼性が得られ、構成部品が単純で作業時間も少ない等コスト的に有利な方法である。

【0061】以上本発明の光ファイバユニット引留め装置は海底光ケーブルとその端末接続装置内に配置されるとして説明してきたが、諸処で述べたように、本引留め装置はルースチューブ型ユニットを使用した光ケーブルであれば、陸上使用とされるケーブルでも適用可能であり、設置場所も陸上の接続、分岐箇所等いずれにも設置できることは明らかである。

【0062】また、端末固定具の構造も例示した数例に留まらず、機械的な構成の変化は数多くあり、基本概念に適合するものであれば、同種の発想とみなされるものである。

【0063】

【発明の効果】以上、説明したように本発明の光ファイバユニット引留め装置は、確実な倍力装置である引留めディスクを介してルースチューブ端末を端末固定具に接続して使用するため、ルースチューブ型ユニット内の光ファイバを確実に引留められ、同時にルースチューブも引留めることができる。ルースチューブ型ユニットの端末を引留めディスクに捲回し、端末固定具に取り付ける機械的な作業のみで引留め作業が終了するので、作業時間の短縮により作業コストは引き下げられ、更に接着剤を使用しないため省資源化のメリットがあり、且つ、待ち時間が不要で、直ちに次工程に着手可能なことと共に総作業時間短縮の効果がある。本引留め装置の形状も小型にまとめられるため、内容積に余裕のない海底光ケー

ブルの端末接続装置内にも取り付けられる効果も大きい。

【0064】これら引留め装置の引留めディスク等のすべての構成部品は簡単な形状とされ、構成部品の製造に要する製造コストを廉価に押さえられる。その他、引留めディスクの円柱面の面粗度を変更して、引留めディスクとルースチューブ間の摩擦係数を変え、ルースチューブが端末固定具に及ぼす力を増減でき、ルースチューブの的確な引留めを行うこともできる。また、端末固定具の形状は各種の形態を選択できるので、使用目的に応じた最適な機能の端末固定具を採用できる点でも優れている。

【0065】ルースチューブ引留め具と光ファイバ引留め具の溝を直線上に配し、接着剤塗布で引留める、ルースチューブと光ファイバの引留め装置は、構成部材の形状が単純で済む。複数本の光ファイバを並列配置し、更に複数列を重ね合わせることで、端面の円弧形成と相まって、光ファイバを傷つける恐れが少ない。接着の場合は信頼性の低下無しに、基本的に簡単な部材の採用と直接工数の省力化により優れたコストパフォーマンスが得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のファイバユニット引留め装置の1例を示す斜視図である。

【図2】端末接続装置の1例である、ケーブルカップリング(CPL)内に設置された図1の引留め装置の投影図(正面および平面図)である。

【図3】一般の伝動用プーリとベルトを対比して、引留め作用を説明する図である。

【図4】本発明のファイバユニット引留め装置の光ファイバ引留め性能を示すグラフである。

【図5】各種の端末固定具を説明する模式図である。

【図6】接着による引留めを採用した、本発明の第2のファイバユニット引留め装置の1例を示す模式的な斜視図である。

【図7】図6のファイバユニット引留め装置をケーブルカップリング(CPL)の内部に設置した場合を説明する模式図である。

【図8】海底光ケーブルの中心部に内装される光ファイバユニットの形式を説明する模式図である。

【図9】海底光ケーブルの内部構造を示す斜視図である。

【図10】図9に示す海底光ケーブルの長手方向に直角な断面図である。

【図11】図10と別の構成の海底光ケーブルの内部構造を示す斜視図である。

【図12】図11に示す海底光ケーブルの長手方向に直角な断面図である。

【図13】端末接続装置の1種である、ジョイントボックス(JB)の外観及び内部構造を示す投影図である。

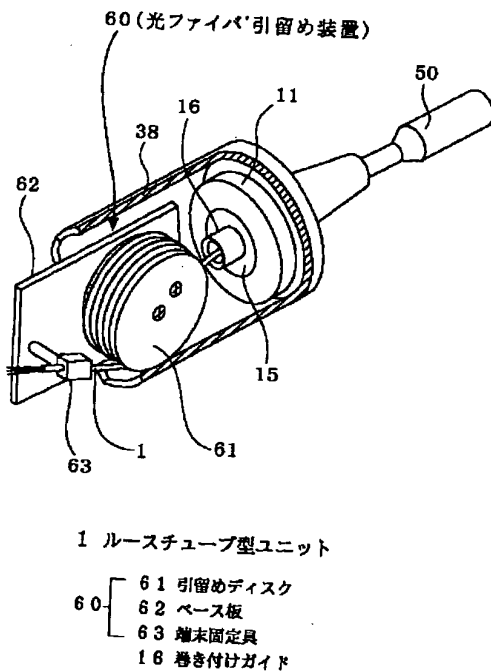
17

【図14】タイトユニットの引留め方法の1例を断面とした投影図、及び、ケーブルの中央寄りと末端部の張力を示す模式図である。

【符号の説明】

80 タイト型光ファイバユニット、80b 中心抗張力体、1a 光ファイバ、80 樹脂、80d 被覆層、1 ルースチューブ型ユニット、1a 光ファイバ心線、1c コンパウンド、1d ルースチューブ、1e 光ファイバテープ心線、2 耐圧層、2a 分割個片、3 抗張力層、3a、3b 鋼線（抗張力線）、4 金属チューブ層、5、6 絶縁層（シース）、7、コンパウンド（粘着性または接着性）、8 コンパウンド（間欠充填）、50、50a、50b 海底光ケーブル、10 （抗張力体の）引留め装置、11 アンカーディスク、11a 内テーバー面、13 テーバービ \*

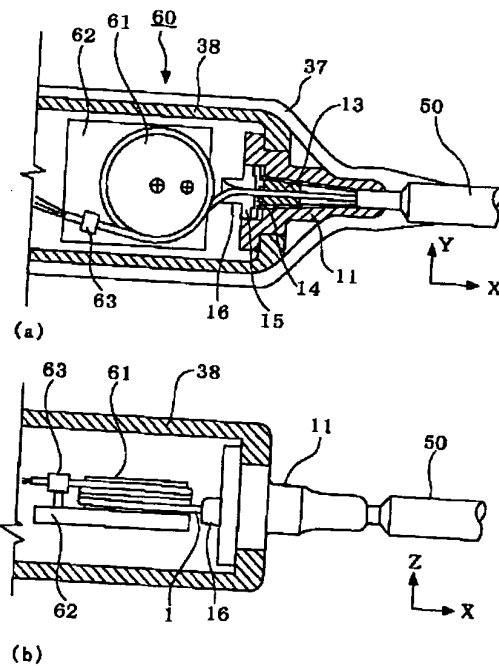
【図1】



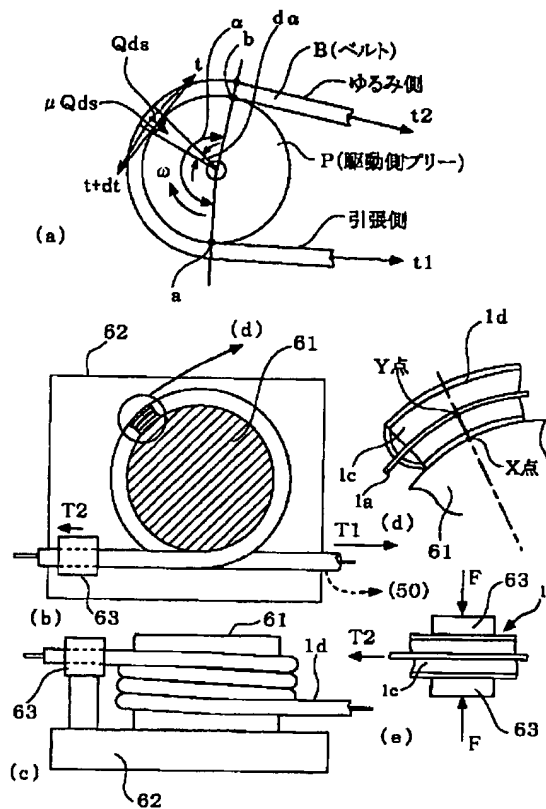
18

\*ン、14 フランジ、15 クランプナット、14c、15c 貫通孔、16 巻き付けガイド、37 絶縁体、38 耐圧シリンダ、60 光ファイバ引留め装置、61 引留めディスク、61a 取付ビス、61b ビス穴、61c ネジ穴、62 ベース板、62a 柱、62b、62c、ネジ穴、63 端末固定具、63a 固定具A、63b 固定具B、63c 固定具C、63d 固定具D、63e 押さえ駒、63f 押さえネジ、63g レバー部、64a ビス、64b ナット、64c ビス、64d パイプ、64e バック材、64f 引張バネ、70 光ファイバ引留め装置、71 ベース板、72 ルースチューブ接着具、72a、溝、73 光ファイバ接着具、73a 接着具B、73b 細溝、74 ビス、75 接着剤、

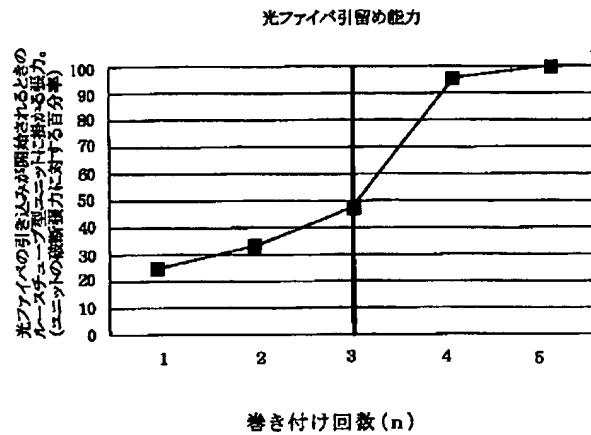
【図2】



【図3】

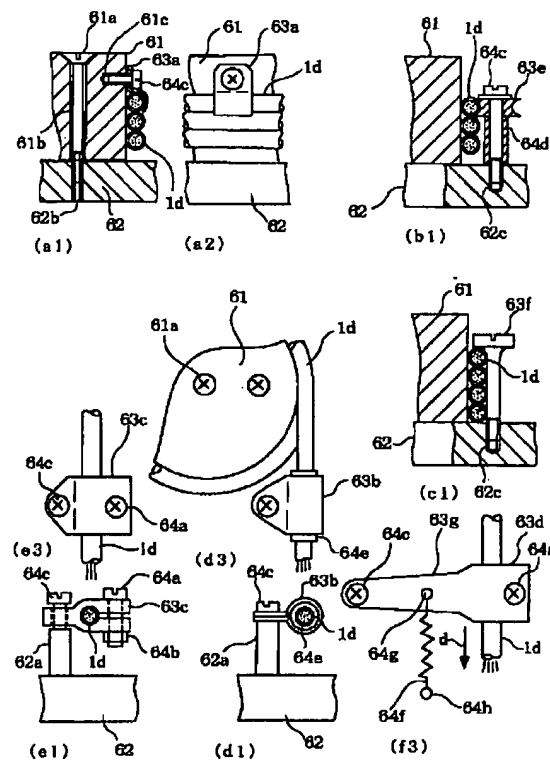


【図4】

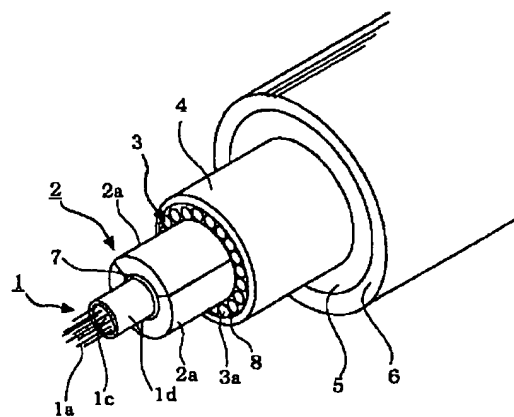


巻き付け回数 (n)

【図5】



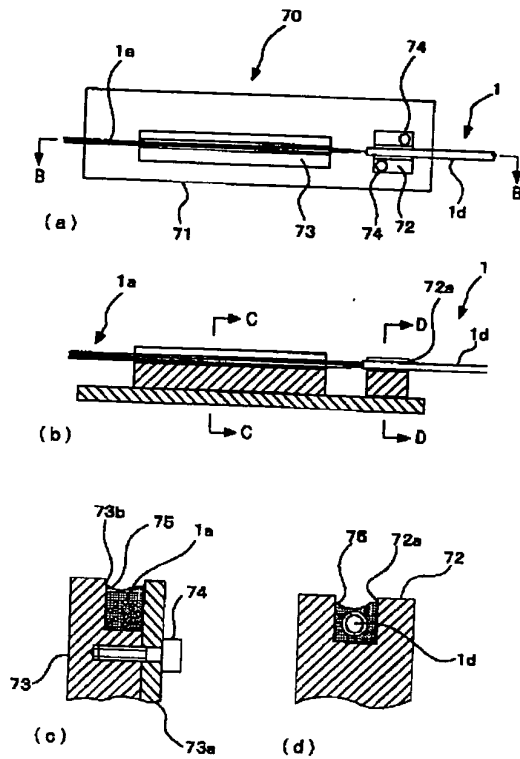
【図9】



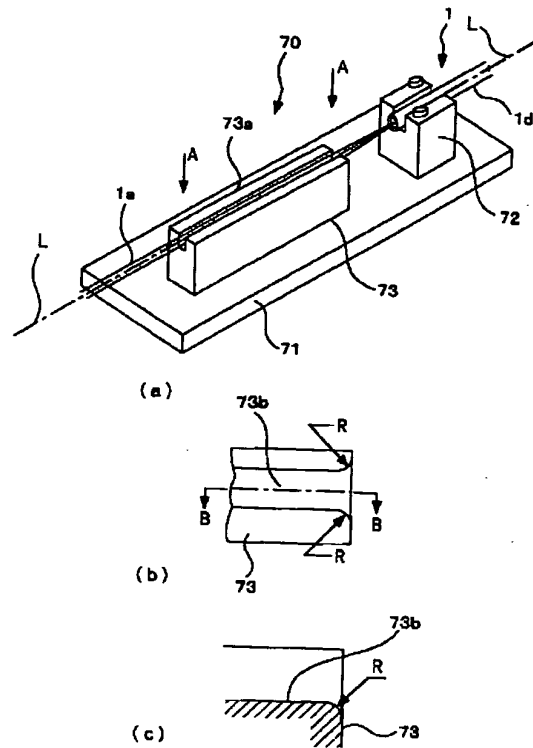
2 耐圧層

2a 分割個片

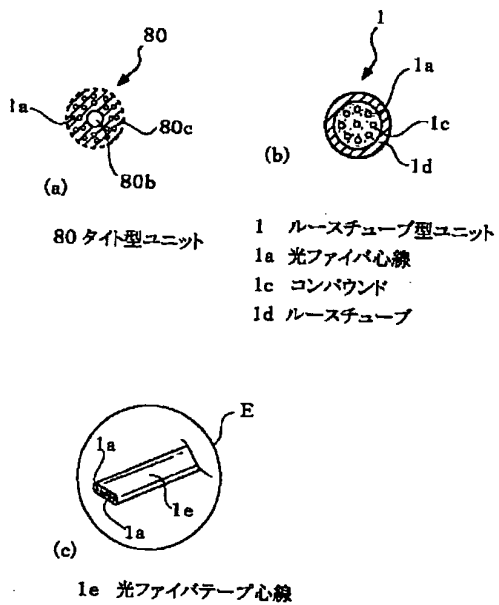
【図6】



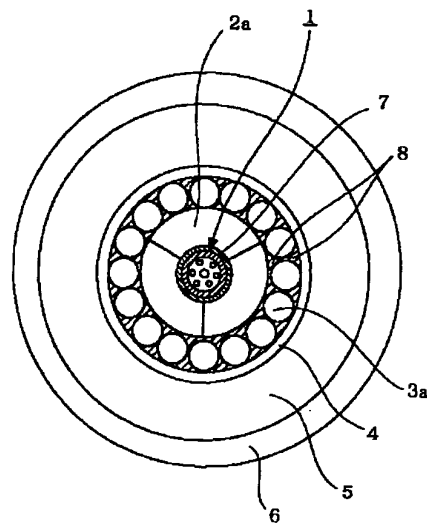
【図7】



【図8】

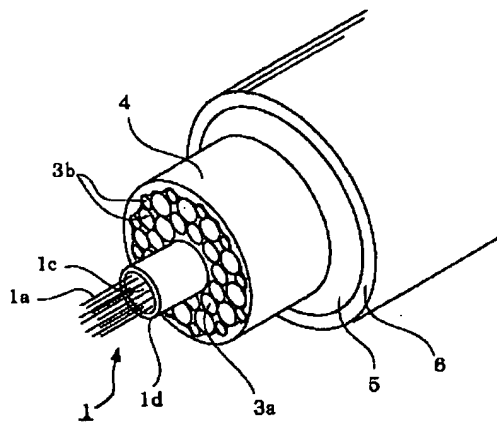


【図10】

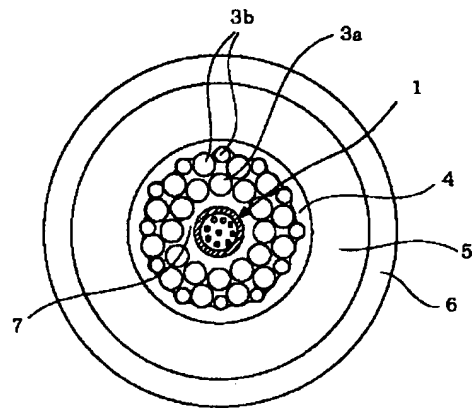




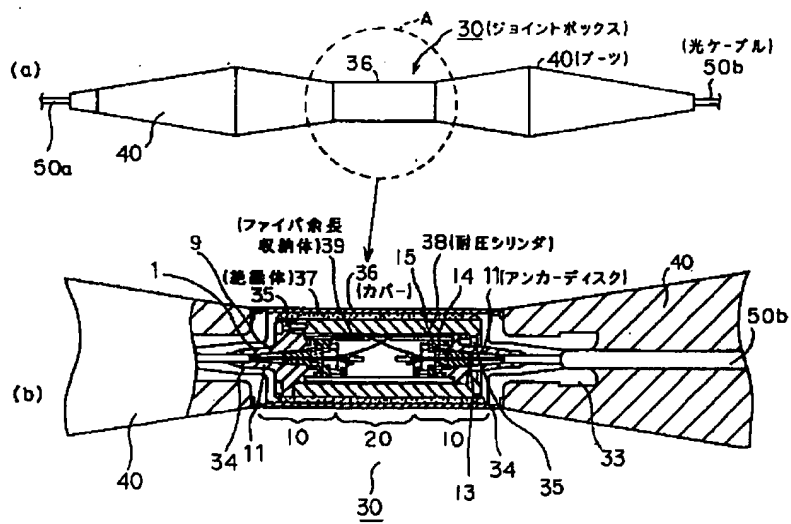
【図11】



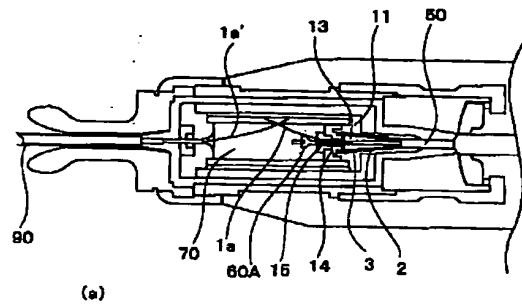
【図12】



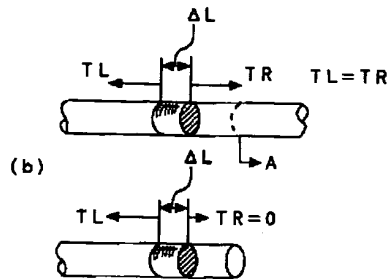
【図13】



【図14】



(a)



(b)

(c)

フロントページの続き

(72)発明者 アキノ トーレス ホアン カルロス  
東京都港区芝浦1丁目2番1号 株式会社  
オーシーシー内

(72)発明者 松枝 義宏  
東京都港区芝浦1丁目2番1号 株式会社  
オーシーシー内

Fターム(参考) 2H036 RA02 RA14  
2H038 CA67 CA73